

## LUMINOUS DIODE ARRAY

**Publication number:** JP4343484

**Publication date:** 1992-11-30

**Inventor:** OTA KOICHI; KAZUNO TADAO; SHIBATA NAOKI;  
SASAGAWA TERUO

**Applicant:** EASTMAN KODAK JAPAN

**Classification:**

- **International:** *H01L27/15; H01L33/00; H01L27/15; H01L33/00; (IPC1-7): H01L33/00*

- **European:** H01L27/15B; H01L33/00B6C2; H01L33/00C3B

**Application number:** JP19910116132 19910521

**Priority number(s):** JP19910116132 19910521

**Also published as:**

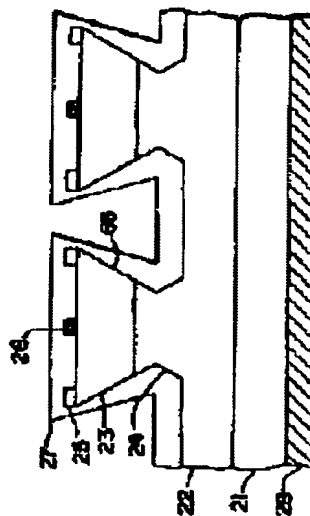
 US5260588 (A1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP4343484

**PURPOSE:** To improve light take-out efficiency while improving uniformity of luminous strength distribution in a luminous diode to be used for a light source or the like of an optical printer.

**CONSTITUTION:** A p-Al GaAs luminous layer 22, an n-Al GaAs layer 23 are made to grow on a p-GaAs substrate 21 in order, an n-electrode 26 and a p-electrode 28 are formed. A luminous element is formed in an inversed mesa shape by chemical etching and dry etching by means of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O while the slant face part in an inversed mesa shape formed at about 45 deg. to the luminous layer 22 so as to have a mirror face. A constriction part of the inversed mesa is formed in the lower part of the inversed luminous layer 22. Light radiated from the luminous layer 22 in the horizontal direction is reflected on the mirror face in the light take-out direction so as to improve the take-out efficiency of external light.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-343484

(43) 公開日 平成4年(1992)11月30日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号 庁内整理番号  
A 8934-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-116132

(22) 出願日 平成3年(1991)5月21日

(71) 出願人 000101891

イーストマン・コダックジャパン株式会社  
東京都品川区北品川4丁目7番35号

(72) 発明者 太田 浩一

東京都品川区北品川4丁目7番35号 イー  
ストマン・コダックジャパン株式会社内

(72) 発明者 数野 忠雄

東京都品川区北品川4丁目7番35号 イー  
ストマン・コダックジャパン株式会社内

(72) 発明者 柴田 直樹

東京都品川区北品川4丁目7番35号 イー  
ストマン・コダックジャパン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオードアレイ

(57) 【要約】

【目的】 光学プリンタの光源等に用いられる発光ダイオードアレイにおいて、光取り出し効率の向上と発光強度分布の均一性の向上を図る。

【構成】 p-GaAs 基板 21 上に順次 p-AlGaAs 発光層 22、n-AlGaAs 層 23 を成長させ、n-電極 26 及び p-電極 28 を形成する。発光エレメントは  $H_2SO_4 : H_2O_2 : H_2O$  による化学エッチングとドライエッチングにより逆メサ形状に形成され、逆メサ形状の斜面部は発光層 22 に対してほぼ  $45^\circ$  に形成されミラー面となる。逆メサのくびれ部分は発光層 22 の下部に形成される。発光層 22 から横方向に放射した光はミラー面で光取り出し面方向に反射され、外部光取り出し効率が向上する。

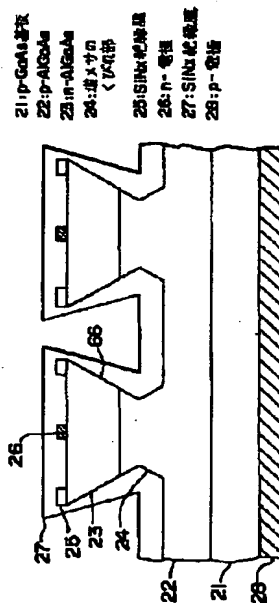


図 1

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 キャリア注入により発光する活性層を有する発光ダイオードが同一基板上に複数配列されてなる発光ダイオードアレイにおいて、前記発光ダイオードはエッチングにより逆メサ形状に分離形成され、前記逆メサ形状の斜面部には前記発光ダイオードの活性層に対してほぼ45°の角度をなすミラー面が形成され、活性層からの光を逆メサ形状のミラー面で反射することを特徴とする発光ダイオードアレイ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は発光ダイオードアレイ、特に光学プリンタの光源などに用いられる発光ダイオードアレイの光取出し効率の改善に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、情報の出力装置としてのプリンタの高速、高密度化の要求が益々高まっており、このような要求に応えるプリンタとしてレーザプリンタやLEDプリンタが知られている。レーザプリンタでは光の走査にポリゴンミラーなどの機械的回転機構を必要とするが、LEDプリンタでは発光ダイオードアレイの各発光ダイオード（以下発光エレメントと言う）を電気的に制御して印字を行うことができ、機械的な動作部がほとんどないためレーザプリンタに比べて小型化、高信頼化かつ高速化が可能となっている。図8にはLEDプリンタの光源として用いられている従来の発光ダイオードアレイの断面模式図が示されている。なお、図においては簡略化のため2個の発光エレメントのみ示されている。n-GaAs基板81上にn-GaAsP層（約80μm厚）がVPE（Vapor Phase Epitaxy：ベーパーフェーズエピタクシー）法により積層され、SiNx膜83をマスクとしてZn拡散（深さ約1.5μm）を行いZn拡散領域84を島状に形成する。このZn拡散領域84とn-GaAsP層82との界面がp-n接合を形成し発光領域となる。その後、p-電極85及びn-電極86を蒸着、アロイ処理しSiNx膜で無反射コート膜87を形成する。最後に、発光エレメントから離れた領域でSiNx膜を除去してp-電極85のボンディングパッドを形成して図示された発光ダイオードアレイは構成される。

【0003】 一般に、プリンタの光源として用いられる発光ダイオードアレイには高発光効率及び発光強度の均一性が求められている。図8に示されたこの従来の発光ダイオードアレイにおいてはGaAsP層の自己吸収係数が大きく、またGaAsPはn-GaAs基板に格子整合しないため高密度の格子欠陥を含んでおり、また材料自体の発光効率が低くその不均一性も大きいという問題があった。さらに、p-nホモ接合であるため、発光効率の観点からは光源として最適とは言えない問題があった。また、発光エレメント内の発光強度は電極からの

2

距離に比例して低下するため、印字のエッジのぼけなどが生じてしまう問題があった。

【0004】 このような従来のGaAsP発光ダイオードアレイの問題点を解消するため、図9に示されるようなAlGaAs系シングルヘテロ接合発光ダイオードアレイが開発されている。図において、p-GaAs基板91上にp-Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As層92（10μm厚、Zn=5×10<sup>17</sup>cm<sup>-3</sup>）、n-Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As層93（5μm厚、Te=8×10<sup>17</sup>cm<sup>-3</sup>）、n<sup>+</sup>-GaAs層94（0.1μm厚、Sn=5×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>）を順次LPE（Liquid Phase Epitaxy：リキッドフェーズエピタクシー）法により成長する。ここで、Alの組成は発光波長約720nmの場合でx=0.2、y=0.5に設定されている。

【0005】 LPE成長の後、n-電極95及びp-電極97を蒸着形成しアロイを行う。次に、フォトリソグラフィとプラズマエッチングによりn-電極95を必要部分を除きエッチングする。この際、n-電極95は完全に除去し、またn<sup>+</sup>-GaAs層94が多少エッチングされても良い。そして、NH<sub>4</sub>OH：H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>：H<sub>2</sub>O=1：10を用いた化学エッチングによりn-電極95の下部を除いたn<sup>+</sup>-GaAs層94を選択的に除去する。

【0006】 n-電極95形成用のフォトレジストを除去した後、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>：H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>：H<sub>2</sub>O=1：2：40を用いた化学エッチングにより発光エレメント以外のAlGaAs層をp-Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As層92に1μm程度入るまで除去してメサ形状の発光領域を形成する。このメサ形状は通常電極引出し側が順メサ方向になるように、基板方位を考慮して作成される。このとき、電極引出し側でない方向は逆メサの形状となる。次に、プラズマCVD（Chemical Vapor Deposition：ケミカルベーパーデポジション）法によりSiNxの無反射コート膜96形成し、アロイを行い最終的にオーミック接点を形成して図9に示される発光ダイオードアレイが構成される。

【0007】 この発光ダイオードアレイは単体の高輝度LED素子で用いられている構造をそのままアレイ化したものであり、発光層であるp-Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As層92からの光エネルギーに対して透明な窓となるn-Al<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>As層93を用いて自己吸収による光の取出し効率の低下を防止し、結晶性に優れた成長整合を用いると共にヘテロ接合によりキャリア注入効率を向上して全体の外部光取出し効率を図8に示された発光ダイオードアレイに比べて数倍以上に向上されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、LEDの場合にはレーザのようなコヒーレントな光と違い発生した光には方向性はなく全方向に放射される。このため、発光層で生じた光のうち基板方向へ向った光は吸収

3

されてしまい外部に取り出されず損失となってしまう問題があった。また、横方向に向った光はメサ斜面に到達するが、この斜面で散乱あるいは吸収されて消失してしまうためLED表面に向った光のみが外部に取り出されるため光取出し効率は数%以下と極めて低い問題があった。

【0009】本発明は上記従来技術の有する課題に鑑みなされたものであり、その目的は高光取出し効率及び発光エレメント内の発光強度分布の均一性が高い発光ダイオードアレイを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る発光ダイオードアレイは、発光ダイオードアレイを構成する各発光ダイオードがエッチングにより逆メサ形状に分離形成され、逆メサ形状の斜面部には発光層である活性層に対してほぼ45°の角度をなすミラー面が形成され、活性層からの光を逆メサ形状のミラー面で反射することとを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明の発光ダイオードアレイはこのような構成を有しており、逆メサ形状の斜面を活性層に対してほぼ45°の角度で形成してミラー面とし発光層から横方向に広がった光を取出し面方向に反射させて外部光取出し効率の向上を図るものである。

【0012】

【実施例】以下、図面を用いながら本発明に係る発光ダイオードアレイの好適な実施例を説明する。

【0013】第1実施例

図3には本発明の第1実施例のAlGaAs系発光ダイオードアレイの平面模式図が示されている。なお、簡略化のため2個の発光エレメントについてのみ図示されている。図において、発光エレメントの発光部11には電極12が形成され、この電極12と電極パッド14とはフィールドスルー13にて接続されている。図3におけるI-I断面が図1に示されており、また図3におけるII-II断面が図2に示されている。図1において、p-GaAs基板21 ( $Zn=1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) 上にp-AlGaAs発光層22 (10  $\mu\text{m}$ 厚,  $Zn=1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ )、n-AlGaAs層23 (5  $\mu\text{m}$ 厚,  $Si=1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) がLPE法により順次積層される。LPE成長の後、全面にプラズマCVDによりSiNx絶縁膜を形成し、発光部のSiNx膜のみを残してフォトリソグラフィとドライエッチングにより除去する。残ったSiNx膜をマスクとして、 $H_2SO_4:H_2O:H_2O_2$ による化学エッチング及びドライエッチングにより発光エレメント以外の領域をp-AlGaAs発光層22が数 $\mu\text{m}$ 程度エッチングされるまでエッチングを行い逆メサの形状を得る。この時、p-n接合面を逆メサのくびれ部分24よりも上に位置するようにエッチング液の組成及びエッチング深さを調整する。ま

4

た、ドライエッチング時の基板の傾きを調整することによりこの逆メサ形状の斜面部分を発光層に対してほぼ45°を有するような形状に作成する。さらに、全面にプラズマCVDによりSiNx絶縁膜25を形成し、発光部の電極コンタクト部のSiNx膜をフォトリソグラフィとプラズマエッチングにより取り除く。さらに、フォトリソグラフィ及び蒸着によりn-電極26を形成し、全面にプラズマCVDによりSiNx絶縁膜27を形成し、蒸着により基板裏面のp-電極28を形成する。最後に、アロイ処理によってn-電極26及びp-電極28のオーム接点を形成し、電極パッド部分のSiNx膜をフォトリソグラフィとプラズマエッチングにより取り除き電極パッド14を形成する。

【0014】本第1実施例の発光ダイオードアレイはこのような構成され、発光層から全方位に放射される光のうち横方向に進む光67は図6に示されるように逆メサ形状の斜面に形成された逆メサミラー斜面66により全反射され表面方向へ放射されることにより発光効率が向上される。

【0015】さらに、横方向に進行する光67は発光エレメントのエッジ部から外部へ放出されるためエッジ部周辺の放射光が増加することにより発光エレメント内の光強度分布が均一化される。

【0016】図7には本第1実施例の発光ダイオードアレイの1個の発光エレメント内での発光強度の空間分布が示されている。なお、比較のため従来の発光ダイオードアレイの1個の発光エレメントの空間分布も同図に示されている。図において、従来の発光強度分布71は発光エレメント内の電気力線の分布に応じて電極からの距離が増大するに伴い発光強度が低下していくが、本第1実施例の発光エレメントにおいてはエッジ周辺部からの放射光が増大するため従来の比で発光強度が均一化されていることが理解される。

【0017】第2実施例

図4には本第2実施例のGaAsP発光ダイオードアレイの断面図が示されている。なお、前述の第1実施例と同様、簡略化のためにこの発光エレメントについてのみ示されている。

【0018】図において、n-GaAs基板41 ( $Si=1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) 上にn-GaAsPバッファ層(60  $\mu\text{m}$ 厚)、n-GaAsP発光層42 (20  $\mu\text{m}$ 厚) がVPE法により順次積層される。そして、n-GaAsP発光層42に熱拡散によりZnをドーピングしZn拡散層43を形成する。このZn拡散層43上にプラズマCVDによりSiNx膜44を堆積し、フォトリソグラフィ及びプラズマエッチングにより発光エレメントの窓パターンを作成する。そして、前述の第1実施例と同様に化学エッチング及びドライエッチングにより発光エレメントを逆メサ形状にエッチングし、逆メサ形状の斜面部にミラー面を形成する。さらに、フォトリソ

グラフィー及び蒸着によってp-電極45及びn-電極46を形成し、プラズマCVDによりSiNx膜47を全面に堆積させてアロイによりオーム接点を形成する。最後に、電極パッド部のみのSiNx膜をフォトリソグラフィ及びプラズマエッチングにより取り除き電極パッドを形成する。

【0019】本第2実施例においても発光層であるZn拡散層43の界面と逆メサ形状の斜面はほぼ45°の角度をなし、発光層から横方向に進む光を全反射して表面方向へ放射することにより発光効率が向上する。

【0020】また、横方向に進行した光はエッジ部周辺から放射されるため発光エレメント内の光強度分布が均一化される。

### 【0021】第3実施例

図5には本発明の第3実施例のAlGaAsダブルヘテロ構造発光ダイオードアレイの断面図が示されている。なお、前述の第1及び第2実施例と同様簡略化のため2個の発光エレメントのみ示されている。

【0022】図において、n-GaAs基板51 ( $S_i = 1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ ) 上にn-AlGaAs発光層52 (2  $\mu\text{m}$ 厚)、p-GaAs発光層53、p-AlGaAsクラッド層54、p-AlGaAsコンタクト層55がLPE法により順次積層される。そして、プラズマCVDによりSiNx膜56を堆積し、フォトリソグラフィ及びプラズマエッチングにより発光エレメントの窓パターンを作成する。さらに、前述の第1及び第2実施例と同様に化学エッチング及びドライエッチングにより発光エレメントを逆メサ形状にエッチングしその斜面部にミラー面を形成する。そして、フォトリソグラフィ及び蒸着によってn-電極57及びp-電極58を形成し、プラズマCVDによりSiNx膜59を全面に堆積しアロイによってオーム接点を形成する。最後に、電極パッドのみのSiNx膜をフォトリソグラフィ及びプラズマエッチングにより取り除き、電極パッド部を形成する。

【0023】本第3実施例の発光ダイオードアレイはこのような構成であり、発光層から横方向に進行した光は逆メサ形状の斜面部に形成されたミラー面により表面方向に全反射されるため発光効率が向上すると共に、発光エレメントのエッジ部周辺からの放射光が増加することにより発光エレメント内の光強度分布が均一化される。

なお、前述した第1、第2及び第3実施例において

は、GaAsP、AlGaAs、GaAsの特定の組成及びその厚からなる発光ダイオードアレイについて説明したが、本発明は勿論これらに限定されるものではなく、組成を変化させることによりキャリア閉込めに効果のある任意の半導体材料を用いることが可能である。

【0024】また、基板に半導体層を成長する方法としてもLPEに限られることはなく、例えばMOCVD、MBE、LPCVDなどの結晶成長法を用いて構成することも可能である。

### 10 【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る発光ダイオードアレイによれば、逆メサ形状の斜面を発光層に対してほぼ45°の角度をなすミラー面とすることにより、光取出し効率を向上させ、かつ発光エレメント内の光強度分布の均一化が図られる。

【0026】従って、本発明の発光ダイオードアレイを例えば光学プリンタの光源として用いた場合には低消費電力化及び高品質印字化を達成することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の発光ダイオードアレイの断面模式図である。

【図2】同実施例の断面模式図である。

【図3】同実施例の平面模式図である。

【図4】本発明の第2実施例の発光ダイオードアレイの断面模式図である。

【図5】本発明の第3実施例の断面模式図である。

【図6】本発明の各実施例におけるミラー面の作用を示す説明図である。

【図7】本発明の発光ダイオードアレイと従来の発光ダイオードアレイの発光強度の空間分布を示す説明図である。

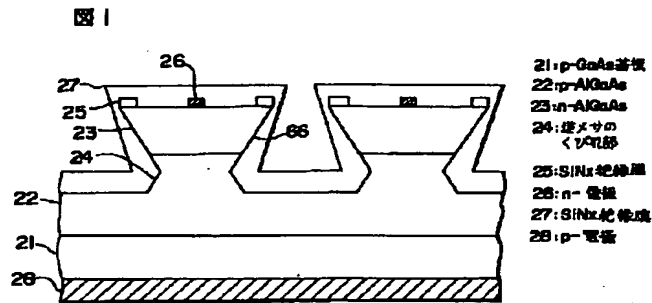
【図8】従来の発光ダイオードアレイの断面模式図である。

【図9】従来の発光ダイオードアレイの断面模式図である。

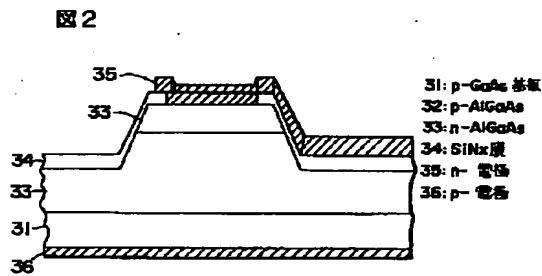
### 【符号の説明】

- 21, 31 p-GaAs基板
- 41 n-GaAs基板
- 22, 32 p-AlGaAs発光層
- 23, 33 n-AlGaAs層
- 43 Zn拡散層
- 66 逆メサミラー斜面

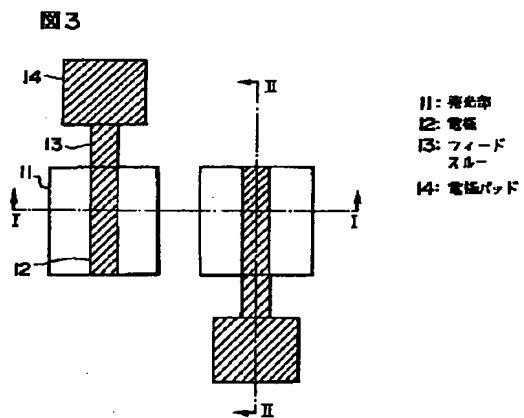
【図1】



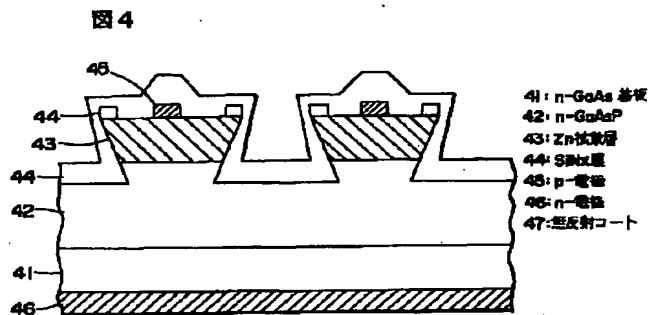
【図2】



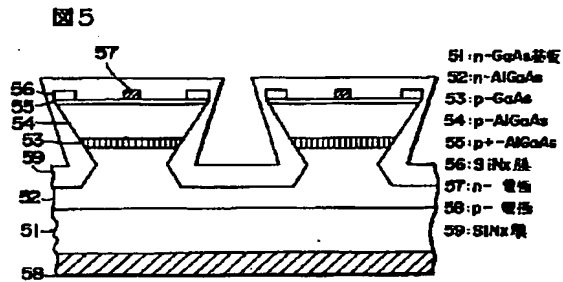
【図3】



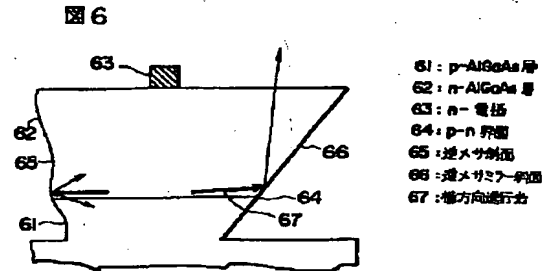
【図4】



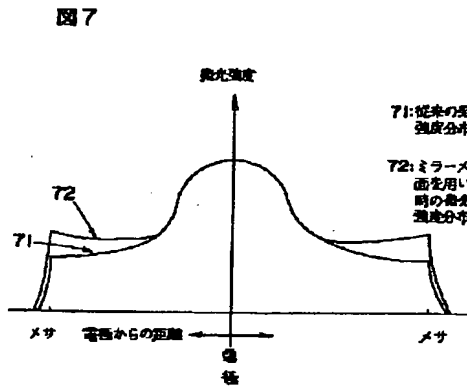
【図5】



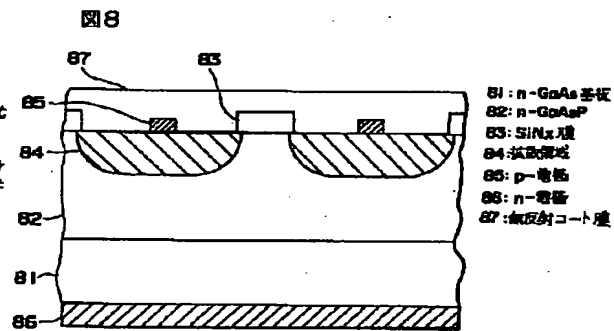
【図6】



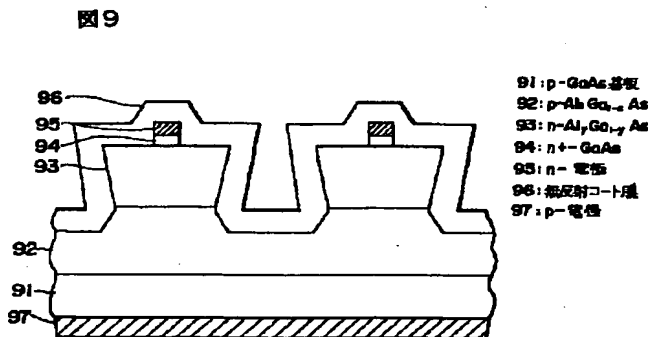
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 笹川 照夫

東京都品川区北品川4丁目7番35号 イー  
ストマン・コダックジャパン株式会社内